

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-067122

(43)Date of publication of application : 16.03.2001

(51)Int.Cl.

G05B 23/02

G05B 19/05

(21)Application number : 11-239053

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 26.08.1999

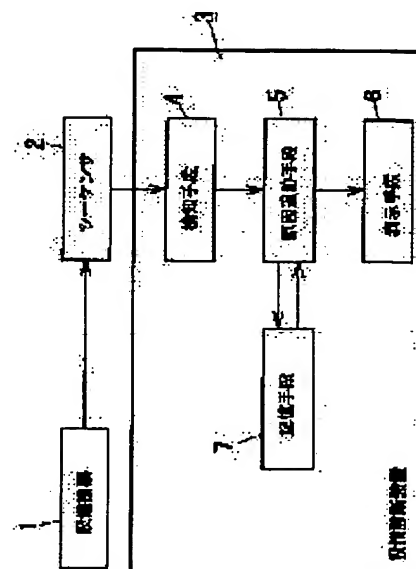
(72)Inventor : KISHI YASUYUKI  
KITADA KOSAKU

## (54) METHOD FOR DIAGNOSING LADDER PROGRAM AND EQUIPMENT DIAGNOSTIC DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ladder program diagnostic method and an equipment diagnostic device capable of easily releasing a trouble in equipment to be controlled at its sequence and shortening release time.

SOLUTION: The equipment diagnostic device 3 is constituted of a detection means 4, a cause tracing means 5, a display means 6 consisting of a monitor, and a storage means 7. A sequencer 2 for controlling equipment transmits/ receives controlling output and input signals Y, X to/from equipment 1 such as a robot, and when abnormality occurs in the equipment 1, the sequencer 2 sends a signal indicating the occurrence of abnormality to the device 3. The detection means 4 in the device 3 detects the occurrence of abnormality in the equipment 1 from the detection signal indicating the occurrence of abnormality and the tracing means 5 uses the detection signal inputted from the means 4 as a trigger and executes the tracing of a cause and the diagnosis of a trouble point from a ladder program stored in the storage means 7 and contact information indicating the operation state of the program on the basis of a cause tracing program (algorithm).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-67122

(P2001-67122A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 5 B 23/02	3 0 2	G 0 5 B 23/02	3 0 2 Y 5 H 2 2 0
	3 0 1		3 0 2 M 5 H 2 2 3
19/05		19/05	3 0 1 V
			B

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-239053

(22) 出願日 平成11年8月26日 (1999.8.26)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 岸 靖之

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 北田 耕作

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 100087767

弁理士 西川 恵清 (外1名)

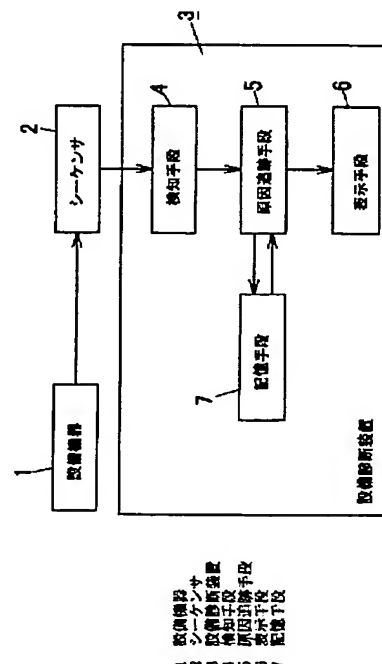
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラダープログラム診断方法及び設備診断装置

(57) 【要約】

【課題】シーケンサの制御対象の設備機器のトラブル復旧が容易に行え、復旧時間の短縮が図れるラダープログラム診断方法及び設備診断装置を提供することにある。

【解決手段】設備診断装置3は、検知手段4と、原因追跡手段5と、モニタからなる表示手段6と、記憶手段7とから構成される。設備制御用のシーケンサ2はロボット等の設備機器1との間で制御用の出力信号Yと入力信号Xとの授受を行うようになっており、設備機器1において異常が発生した時に設備制御用シーケンサ2は異常発生を示す信号を設備診断装置3に与えるようになっている。設備診断装置3の検知手段4は異常発生を示す検知信号から設備機器1に異常が発生したことを検知し、原因追跡手段5は、検知手段4からの検知信号をトリガとして記憶手段7に格納されたラダープログラムとその動作状態を示す接点情報から原因追跡プログラム(アルゴリズム)に基づいて原因追跡と不具合接点を診断を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに前記記憶手段に記憶させることを特徴とするラダープログラム診断方法。

【請求項 2】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムの出力命令から追跡を開始し、更に内部リレーがある場合はその内部リレーコイルを追跡する処理を繰り返すことを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 3】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがオア分岐している場合、すべての連鎖動作を分岐させ追跡することを特徴とする請求項 2 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 4】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがアンド接続してあって、不具合接点が複数あった場合、すべての連鎖動作を追跡することを特徴とする請求項 2 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 5】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、入力信号の立ち上がり命令を考慮して判定を行うことを特徴とする請求項 2 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 6】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、a 接点のオフの論理と、b 接点のオンの論理とを考慮して判定することを特徴とする請求項 2 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 7】前記原因追跡手段で異常原因を追跡する際の範囲を限定して該限定された範囲において、原因を追跡することを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 8】前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡した後前記表示手段で不具合動作接点を表示する過程において、不具合接点が検出された場合、全ての不具合接点の情報を外部出力することを特徴とする

る請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 9】不具合接点と、その異常の原因とを診断する際に用いるルールを IF～THEN ルールとし、該ルールによりルールベースを構築することを特徴とする請求項 8 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 10】不具合接点に対応する不良個所をビジュアル化して前記表示手段で表示することを特徴とする請求項 8 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 11】検出した結果とルールベースに予め定めである診断ルールとに基づいて診断結果を生成し、生成した診断結果が複数ある場合、優先順位を付けて出力することを特徴とする請求項 8 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 12】前記設備機器がシリンダであって、シリンダ動作のオーバータイムをシリンダの動作終了時に動作する接点が動作しないことから判断する手段を検知手段として用いたことを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 13】前記シーケンサの前記ラダープログラムと前記接点情報からリアルタイムで異常の原因を診断する際に、前記ラダープログラムを命令リストに展開することを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 14】接点のオン状態若しくはオフ状態を 2 値の論理値に置き換え、前記ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加して成ることを特徴とする請求項 13 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 15】接点のオン状態若しくはオフ状態を 2 値の論理値に置き換え、ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加し、該付加した状態で、ラダープログラムを実行順序とは逆の実行順序の命令リストに展開することを特徴とする請求項 13 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 16】前記逆の実行順序の命令リストとして、出力命令から論理演算開始命令までを一つの単位として、単位毎の命令リストを展開することを特徴とする請求項 15 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 17】前記の一つの単位を設備機器のブロック毎にグループ化して、原因追跡の原因の単位を限定したことを特徴とする請求項 16 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 18】前記グループを階層構造としたことを特徴とする請求項 17 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 19】前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が出力されなかったことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 20】前記検知手段は、設備機器が異常停止したことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 21】前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が予め定めた基準パターンからずれたことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 22】原因追跡の実行前にリアルタイムに診断する対象の設備機器のブロックや診断内容をテスト条件として設定することを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 23】設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対し対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を 1 つ若しくは複数選択して設定することを特徴とする請求項 1 記載のラダープログラム診断方法。

【請求項 24】シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中に異常が発生したときこれを検知する検知手段と、該検知手段の検知信号をトリガとして異常の原因をラダープログラムと接点情報とにより追跡する原因追跡手段と、該原因追跡手段で追跡診断された異常の発生原因及びラダープログラムを記憶する記憶手段と、異常の発生原因を表示する表示手段とから成ることを特徴とする設備診断装置。

【請求項 25】ラダープログラム推論のための不具合接点診断方法、不具合接点特性方法及び原因追跡方法のアルゴリズムと、診断のためのルールからなる知識ベースとを実装し、前記原因追跡手段は、前記検知手段の検知信号をトリガとして前記知識ベースのルールと、前記アルゴリズムとに基づいて、ラダープログラムと接点情報とにより原因追跡と診断を行うことを特徴とする請求項 24 記載の設備診断装置。

【請求項 26】前記アルゴリズム及び知識ベースをシーケンサに実装するとともに、シーケンサの演算処理手段により、前記原因追跡手段、検知手段を構成して成ることを特徴とする請求項 25 記載の設備診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プログラマブルコントローラに用いるラダープログラムの診断方法及び設備診断装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の診断方法及び装置の従来例としては、特開平 10-97318 号に開示されたものがある。

【0003】この従来例では、シーケンサがプログラムを実行するたびにシーケンス要素の状態変化を時系列的に読み取り記録し、特定されたシーケンス要素の動作に

対し、一定の規則性のある他の要素を抽出し、それらの変化情報をまとめて診断用の基準パターンを自動的に作成するようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記の従来例では、シーケンス要素の状態変化を時系列的に記録して、そこから基準を作成するために、正確な診断基準は生成できず、信頼性の低いことが問題であった。

【0005】本発明は、上記の点に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、信頼性の高い診断が行え、シーケンサの制御対象の設備機器のトラブル復旧が容易にで、復旧時間の短縮が図れるラダープログラム診断方法及び設備診断装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 の発明では、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに前記記憶手段に記憶させることを特徴とする。

【0007】請求項 2 の発明では、請求項 1 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムの出力命令から追跡を開始し、更に内部リレーがある場合はその内部リレーコイルを追跡する処理を繰り返すことを特徴とする。

【0008】請求項 3 の発明では、請求項 2 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがオア分岐している場合、すべての連鎖動作を分岐させ追跡することを特徴とする。

【0009】請求項 4 の発明では、請求項 2 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがアンド接続してあって、不具合接点が複数あった場合、すべての連鎖動作を追跡することを特徴とする。

【0010】請求項 5 の発明では、請求項 2 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、入力信号の立ち上がり命令を考慮して判定を行うことを特徴とする。

【0011】請求項 6 の発明では、請求項 2 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとし

て前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、a 接点のオフの論理と、b 接点のオンの論理とを考慮して判定することを特徴とする。

【0012】請求項7の発明では、請求項1の発明において、前記原因追跡手段で異常原因を追跡する際の範囲を限定して該限定された範囲において、原因を追跡することを特徴とする。

【0013】請求項8の発明では、請求項1の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡した後に前記表示手段で不具合接点を表示する過程において、全ての不具合接点の情報を外部出力することを特徴とする。

【0014】請求項9の発明では、請求項8の発明において、不具合接点と、その異常の原因とを診断する際に用いるルールをIF～THENルールとし、該ルールによりルールベースを構築することを特徴とする。

【0015】請求項10の発明では、請求項8の発明において、不具合接点に対応する不良個所をビジュアル化して前記表示手段で表示することを特徴とする。

【0016】請求項11の発明では、請求項8の発明において、検出した結果とルールベースに予め定めてある診断ルールとに基づいて診断結果を生成し、生成した診断結果が複数ある場合、優先順位を付けて出力することを特徴とする。

【0017】請求項12の発明では、請求項1の発明において、前記設備機器がシリンダであって、シリンダ動作のオーバータイムをシリンダの動作終了時に動作する接点が動作しないことから判断する手段を検知手段として用いたことを特徴とする。

【0018】請求項13の発明では、請求項1の発明において、前記シーケンサの前記ラダープログラムと前記接点情報からリアルタイムで異常の原因を診断する際に、前記ラダープログラムを命令リストに展開することを特徴とする。

【0019】請求項14の発明では、請求項13の発明では、接点のオン状態若しくはオフ状態を2値の論理値に置き換え、前記ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加して成ることを特徴とする。

【0020】請求項15の発明では、請求項13の発明では、接点のオン状態若しくはオフ状態を2値の論理値に置き換え、ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加し、該付加した状態で、ラダープログラムを実行順序とは逆の実行順序の命令リストに展開することを特徴とする。

【0021】請求項16の発明では、請求項15の発明において、前記逆の実行順序の命令リストとして、出力

命令から論理演算開始命令までを一つの単位として、単位毎の命令リストを展開することを特徴とする。

【0022】請求項17の発明では、請求項16の発明において、前記の一つの単位を設備機器のブロック毎にグループ化して、原因追跡の原因の単位を限定したことを特徴とする。

【0023】請求項18の発明では、請求項17の発明において、前記グループを階層構造としたことを特徴とする。

【0024】請求項19の発明では、請求項1の発明において、前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が出力されなかったことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする。

【0025】請求項20の発明では、請求項1の発明において、前記検知手段は、設備機器が異常停止したことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする。

【0026】請求項21の発明では、請求項1の発明において、前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が予め定めた基準パターンからずれたことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えることを特徴とする。

【0027】請求項22の発明では、請求項1の発明において、原因追跡の実行前にリアルタイムに診断する対象の設備機器のブロックや診断内容をテスト条件として設定することを特徴とする。

【0028】請求項23の発明では、請求項1の発明において、設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対し対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を1つ若しくは複数選択して設定することを特徴とする。

【0029】請求項24の発明では、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中に異常が発生したときこれを検知する検知手段と、該検知手段の検知信号をトリガとして異常の原因をラダープログラムと接点情報とにより追跡する原因追跡手段と、該原因追跡手段で追跡診断された異常の発生原因及びラダープログラムを記憶する記憶手段と、異常の発生原因を表示する表示手段とから成ることを特徴とする。

【0030】請求項25の発明では、請求項24の発明において、ラダープログラム推論のための不具合接点診断方法、不具合接点特性方法及び原因追跡方法のアルゴリズムと、診断のためのルールからなる知識ベースとを実装し、前記原因追跡手段は、前記検知手段の検知信号をトリガとして前記知識ベースのルールと、前記アルゴリズムとに基づいて、ラダープログラムと接点情報とにより原因追跡と診断を行うことを特徴とする。

【0031】請求項26の発明では、請求項25の発明

において、前記アルゴリズム及び知識ベースをシーケンサに実装するとともに、シーケンサの演算処理手段により、前記原因追跡手段、検知手段を構成して成ることを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】以下本発明を実施形態により説明する。

【0033】（実施形態1）図2は本発明の診断方法を用いた診断装置からなるラダープログラム診断システムの基本構成を示しており、このシステムは設備機器1  
と、設備制御用のシーケンサ（プログラマブルコントローラ）2と、コンピュータより構成される設備診断装置3とからなる。設備診断装置3は、図1に示すように検知手段4と、原因追跡手段5と、モニタからなる表示手段6と、記憶手段7とから構成される。

【0034】設備制御用のシーケンサ2はロボット等の設備機器1との間で制御用の出力信号Yと入力信号Xとの授受を行うようになっており、設備機器1において異常が発生した時に設備制御用シーケンサ2は異常発生を示す信号を設備診断装置3に与えるようになっている。

【0035】設備診断装置3の検知手段4は異常発生を示す信号から設備機器1に異常が発生したことを検知する手段であり、原因追跡手段5は、検知手段4の検知信号をトリガとして記憶手段7に格納されたシーケンサ2のラダープログラムと、接点の動作状態を示す接点情報とから原因追跡プログラム（アルゴリズム）に基づいて原因追跡と不具合接点の診断を行うもので、診断により得られた発生原因を記憶手段7に格納するとともに診断結果を表示手段6で表示させる機能を備えており、図3に示すフローチャートにより一連の処理動作を行うようになっている。

【0036】上記記憶手段7に格納されるラダープログラムは、シーケンサ2に支援装置等により入力されたラダー図を所定の中間言語にコンパイルした状態としたものであり、例えば図4（a）に示すラダー図により記述されたラダープログラムを図4（b）に示す命令リスト（IL: INSTRUCTION LIST）という表現形式で記憶する。勿論類似のニーモック表現で記憶しておいても良い。なお図4（b）の左端の数字はリストの行番号を、中央のLD、AND、…OUTは命令を、右端は接点などを示す要素番号を示す。このような命令リストに展開することでリアルタイムで不具合の原因追跡及び診断を可能としている。

【0037】ここで設備診断装置3にはキーボード等から予めテスト条件として、設備機器1に対する異常追跡を行ってリアルタイムに診断を行う対象をブロック化された設備機器1のラダープログラム（シーケンスプログラム）の全てとするのか特定のブロックのラダープログラム（シーケンスプログラム）とするのかを予め設定できるとともにその診断内容を設定できるようになっ

ている。

【0038】つまり、原因追跡する過程において、異常発生を検知信号から異常の発生原因を追跡する範囲を診断ブロックとして限定し、該限定範囲内で原因を追跡することで原因の追跡経路を簡素化するとともに、原因追跡の効率化を図ることができるようになっている。図5はブロックBL1、BL2、BL3というように設備機器1を複数のブロックに分割した状態を示しており、夫々に対応するラダープログラムを予め分割して記憶手段7に格納しておくのである。図6（a）はブロックBL1のラダープログラムのラダー図を、図6（b）はブロックBL2のラダープログラムのラダー図を夫々示す。

【0039】従って、異常発生を検知があると、原因追跡手段5は異常発生があったブロックに対応するラダープログラムを記憶手段7から読み出して原因追跡を行うのであるが、その際上記のテスト条件の設定により原因追跡を行う対象を全てのブロックとするのか或いは特定のブロックとするのかを判断し、またその診断内容を判断する。

【0040】つまりこのようにすることで、ラダープログラムの原因追跡の範囲が限定され、追跡経路を簡素化することができ、原因追跡（診断）の効率化を図れる。

【0041】まず原因追跡開始のトリガとなる設備機器1の異常検知の方法としては、次のような方法①～④を採用している。

【0042】方法①

この方法はシーケンサ2において、入力信号X、出力信号Yをリアルタイムで監視し、ある特定の出力信号Yが出力されなかった場合、該出力信号Yが無かったことで異常発生と検知して検知信号を原因追跡手段5へ送るのである。

【0043】この場合、例えば、正常時には、図7に示すように出力信号Y10～Y13が出力される場所、例えば図8に示すように特定の出力信号、この場合Y13が或時間出力されなかったことが検知されると、この検知をトリガとして原因追跡手段5は原因追跡・診断を開始する。

【0044】方法②

この方法はシーケンサ2において、設備機器1が異常停止して異常停止モードに入ったことを示す入力信号Xが入力された場合異常発生と検知して、検知信号を検知手段4を通じて原因追跡手段5へ送り、原因追跡手段5はこの検知をトリガとして原因追跡・診断を開始する。

【0045】方法③

この方法は、方法①と同様に入力信号X、出力信号Yをリアルタイムで監視して、特定の出力信号Yが出力されなかった場合を異常としたが、本方法では図9に示すようなタイミングで出力信号Y10～Y13が出力されている正常時に対して、例えば出力信号Y11を基準信号とした場合、例えば図10に示すように出力信号Y13

がずれると、診断が必要な場合と判断されて異常の検知信号が原因追跡手段 5 へ送るのである。この出力信号 Y がずれる場合、設備機器 1 は正常に運転しているが、診断を必要とする場合が多いので、上記のように異常発生として検知するのである。本方法の場合、タイムチャートから基準信号に対する出力信号 Y のずれを検知するツールはシーケンサ 2 のユニットとして存在する。

#### 【0046】方法④

上記方法①～③以外に、設備機器 1 がシリンダの場合には次のような方法でシリンダの異常を検知する。つまり図 11 に示すようなシリンダ 100（[Y20] はその出力信号を示す）と、シリンダの動作に連動するリードスイッチ 101A、101B とからなる設備機器 1 において、図 12 のラダー図で示されるようなラダープログラムが構成されている場合において、シリンダ 100 の移動開始時にはまず図 13（a）に示すようにオン状態にあるリードスイッチ 101A の a 接点 X14、図 13（b）に示すようにオン状態にある内部リレーの内部接点 R10、非駆動状態のリードスイッチ 101B で図 13（d）に示すようにオン状態にある b 接点 X15 を通じて出力信号 [Y20] が図 13（c）に示すように得られる。ついでシリンダ 100 の移動によりリードスイッチ 101A が非駆動になってその a 接点 X14 がオフとなるが、出力信号 [Y20] は自己保持接点 Y20 によりオンを維持する。

【0047】そして正常であればシリンダ 100 が動作完了して、リードスイッチ 101B が駆動され、その b 接点 X15 がオフする。従ってシリンダ 100 の出力信号 [Y20] がオフすることになる。

【0048】しかしシリンダ 100 が詰まって完全に動作できない場合には、リードスイッチ 101B が駆動されず、その b 接点 X15 はオン状態を保つことになる。つまり図 12 のラダー図で示すような接点動作状態に陥る。従って原因追跡手段 5 の検知手段 10 は出力信号 [Y10] がシリンダ 100 の動作開始から一定時間以上オン状態にある場合、リードスイッチ 101B の b 接点がシリンダ 100 の動作から一定時間オンしないことを検知することにより異常を検知することができるのである。

【0049】尚図 12 のラダー図において a 接点或いは b 接点のシンボル及び出力信号のシンボルにおいて、黒塗りマークが記されているものは、オン状態を、無いもののオフ状態を示す。つまり接点情報が示される。以下の説明に用いる動作状態を示すラダー図においても同様に示す。

【0050】以上のようにシリンダにかかる異常検知方法④及び、①～③の方法は適宜組み合わせで備え、夫々の方法により異常を検知する。

【0051】さて上記の方法①～④による異常発生検知のトリガがあると、原因追跡手段 5 が原因追跡のプログ

ラム（アルゴリズム）に基づいて原因の追跡を行うことになる。

【0052】この追跡方法としては、記憶手段 7 に記憶してあるラダープログラムの出力命令（出力コイル）からラダープログラムを前のステップに戻っていくようにして追跡し、更に内部リレー接点 R がある場合はその内部リレーコイル [R] を追跡する処理を繰り返すのである。

【0053】図 14 は或るラダープログラムによる接点動作状態を示すラダー図であって、このラダー図で示される接点動作状態において、出力信号 [Y10] が異常接点であると検知された場合、該出力信号 [Y10] からラダープログラムを前のステップに戻って行き、1 つ 1 つの接点状態を確認しながら不具合接点を特定するカバレッジ診断を行う。

【0054】ここで出力信号 [Y10] がオンしない原因を、順次ステップを戻って診断する。まず直列（AND）接続された内部リレー接点 R0、R11、R10 をチェックし、この直列接続された内部リレー接点中、R11 がオンしておらず、当該内部リレー接点 R11 が異常な内部リレー接点と判断される。この内部リレー接点 R11 に対応する内部リレーコイル [R11] がオン動作しないのは、別の内部リレー接点 R11 と内部リレー接点 R0 との直列回路からなる自己保持回路に OR 接続された入力接点 X10、X12、内部リレー接点 R13 の直列回路を診断すると、入力接点 X10 がオンしていないと判断される。

【0055】このようにして、不具合接点が入力接点 X10 と診断できることになる。

【0056】かように異常検知があると、ラダープログラム中、出力命令から追跡を開始して不具合の原因を追跡診断するのである。

【0057】尚図 12 のラダー図で示される接点動作状態の場合にはリードスイッチ 101B の b 接点 X15 がオンしないことにより、シリンダ 100 がオーバータイムしたと異常原因の診断が直ちに行うことができ、診断の虚報の回避や、信頼性の向上が図れる。

【0058】また原因追跡に当たって、対象となるラダープログラムが OR 分岐している場合には、全ての連鎖動作を分岐させて追跡する。

【0059】つまり設備機器 1 にトラブルが発生している場合、その多くは何かの出力信号 Y がオンになるべきところオフのままであるということがある。

【0060】このとき、出力信号 Y は、入力信号 X の AND や OR の組合せで生成されており、結局の原因は入力信号 X がオンしていないというのが殆どである。

【0061】この原因分析を設備機器のオペレータや保全者が行うのは非常に難しく、リアルタイムに自動的に診断し、トラブルが分かるように OR 分岐している場合、全ての連鎖動作を分岐させて追跡するアルゴリズム



を原因追跡アルゴリズムとして記憶手段7に実装しており、原因追跡手段5はラダープログラムがOR分岐している場合には該アルゴリズムにより不具合接点を特定するカバレッジ診断を行う。

【0062】例えば、図15のラダー図で示されるラダープログラムにおいて、図示するように出力信号[Y11]がオンしなかった場合、ラダープログラムを前のステップに戻って行き、その途中でORの分岐点(図において●で示す)があった場合、両方の分岐路A、Bのステップに対してカバレッジ診断を行う。この図15のラダー図で示される接点動作状態の場合、分岐路Aと分岐路Bの一つ一つの接点を上記のようにカバレッジ診断を行い、分岐路Aでは入力接点X10がオンしておらず、そのため分岐路Bにおいて自己保持接点Y11がオンせず、結果出力信号[Y11]がオンしないと判断でき、その結果入力接点X10が不具合接点と診断できるのである。

【0063】ところでAND接続の場合において、不具合接点が複数合った場合、その全ての連鎖動作を追跡する。

【0064】例えば図16に示すラダープログラムの動作状態において、原因追跡の開始点が出力信号[Y11]から開始したとすると、出力信号[Y11]にAND接続されたb接点X10、内部リレー接点R12、R13中、内部リレー接点R12、R13がオフしていると検出されたとき、夫々の内部リレー接点R12、R13に対応する内部リレーコイル[R13]、[R14]に関して原因追跡を行うのである。

【0065】また原因追跡において、接点中a接点と、b接点と次のように論理で診断する。例えば図17

(a)に示すラダープログラムの動作状態では、出力信号[Y10]がオンしないのは、a接点X20と内部リレー接点R9のAND接続に於いてa接点X20がオンしていないと診断される。

【0066】図17(b)に示すラダープログラムの動作状態では、出力信号[Y10]がオンしないのは、b接点X20と内部リレー接点R9のAND接続において、b接点X20がオンしてないためと診断される。

【0067】更に入力信号Xの立ち上がり(微分信号)命令DFが含まれるラダープログラムにあっては、この命令を考慮して原因追跡を行う。

【0068】つまり図18のラダー図で示されるラダープログラムでは、正常動作が為されると図19(a)に示すように接点X20がオンになると、図19(b)に示すように立ち上がり微分が為され、図19(c)に示すように内部リレーコイル[R10]がオンし、結果内部リレー接点R10のオンにより自己保持して内部リレーコイル[R10]のオン状態が保持される。

【0069】従って通常接点X20がオフしていても、内部リレーコイル[R10]がオンしている場合、接点

X20が正常に動作したと判定できるが、図18の接点動作状態では、接点X20と内部リレーコイル[R10]が共にオフであるので、接点X20が正常にオン動作せず、そのため内部リレーコイル[R10]がオン動作しなかったと診断できるのである。

【0070】さて、上述の原因追跡・診断結果に基づいて表示手段6により不具合動作の原因接点を表示する際、検出された不具合動作の原因接点の候補を全て外部出力する。

10 【0071】例えば図20のラダー図で示されるラダープログラムにおいて、出力信号[Y20]が検知手段4により不具合接点と検知された接点に対応するものであって、この検知により原因追跡手段5が原因追跡を実行した結果、例えば入力接点X10がオンしない、入力接点X14がオンしない、入力接点X20がオンしない、ということが不具合動作の原因の候補として診断された場合、これらを原因接点の候補として全て外部出力し、図21に示すメッセージを表示手段6により表示させる。

20 【0072】このように表示することで、不具合動作(異常)の原因が唯一つに限定できない場合でも正確な診断が可能となる。

【0073】表示手段6では上述のように不具合の原因接点の候補をメッセージで表示するようにしてあるが、表示手段6により図22(a)、(b)に示すように異常に該当する個所のセンサ、接点位置などを設備機器1の画像上に点滅表示させるようにしても良い。図中の※が点滅箇所に対応する。

30 【0074】而して本実施形態では、図3に示すようにテスト条件の設定後、設備診断装置3を動作させると、設備診断装置3では、シーケンサ2から設備(設備機器1)制御中異常の発生を示す信号が送られて検知信号が検知手段4を通じて原因追跡手段5に入力されると、原因追跡手段5により上記の追跡方法に基づいて原因追跡と、不具合接点の診断を行い、その診断結果を表示手段6により上述のようにメッセージで或いはビジュアルで表示するのである。

(実施形態2) 上記実施形態1ではラダープログラムを論理的に解析しやすく命令リストに展開して、原因追跡・診断を行うようにしているが、各接点情報を命令リストに付加(紐付け)するようにして、診断を容易にするようにしても良い。

【0075】つまり、図23のラダー図で示す原因追跡開始時の接点状態を、ラダープログラムを展開した命令リスト(図24)に、2値の論理値に置き換えて図25に示すように付加するのである。つまりオンしている接点には"1"を、オフしている接点には"0"の論理値を付加するのである。

50 【0076】このようにすることで、原因追跡手段5がラダープログラム(この場合命令リスト)と接点情報と



から原因追跡する際、解析が一層容易になる。

【実施形態3】上記実施形態1、2では原因追跡の際にラダープログラムを命令リストに展開して、ラダープログラムを論理的に扱いやすくしているが、原因追跡はラダープログラムの実行順序とは逆に遡ることにより行うため、本実施形態では、ラダープログラムを、図26

(a)に示すような通常の実行順序の命令リストに展開せず、図26(b)に示すように実行順序を逆にした命令リストに展開するのである。勿論命令リストには接点情報を実施形態2と同様に付加している。

【0077】而して本実施形態では、ラダープログラムを一層論理的に扱え、また原因追跡のアルゴリズムの構築が容易になる。

【実施形態4】上記実施形態1乃至3においてラダープログラムを命令リストに展開してラダープログラムを論理的に扱い易くしているが、命令リストが長くなると、原因追跡のアルゴリズムの構築が難しくなるため、本実施形態では、実施形態3のようにラダープログラムを命令リストに展開する際、OUT命令からLD命令までを一つの単位として命令リストに展開するのである。従って図27に示すように長い命令リストを、図28(a)～(c)に示すように複数の命令リストに展開するのである。これにより夫々の命令リストが短くなり、原因追跡のアルゴリズムの構築が容易となる。

【実施形態5】上記実施形態1において設備機器1を複数のブロックに分けて原因追跡の経路の簡素化を図っているが、本実施形態では、このブロック化に当たり、図29に示すように設備機器1中関連のあるユニットの単位を1つのブロックとして複数のブロックBL1…に分割し、各ブロックBL1…に対して実施形態4のようにOUT命令からLD命令までを一つの単位とするように命令リストL1…を複数の展開した命令リストグループG1…を対応させるようにしたものである。

【0078】而して本実施形態では、複数の命令リストをグループ化して、効率的に推論することができることになる。

【実施形態6】本実施形態は、上記実施形態5における、各ブロックBL1…に対応させた命令リストのグループG1…を階層構造としたものである。

【0079】つまり、図30に示すように設備機器1がブロックBL1～BL3及び設備機器1の駆動部のブロックBLkに分けられてあって、ブロックBL1～BL3のラダープログラムは、共通部分がないが、ブロックBL1～BL3の共通部分であるブロックBLkのラダープログラムはこれらブロックBL1～BL3のラダープログラムの上に位置する場合、例えばブロックBL1で異常が発生すると、その原因がブロックBLkの駆動部である可能性がある。一方、独立しているブロックBL2、BL3で異常が発生した場合は同様である。

【0080】従って、各ブロックBL1～BL3及びBLkの命令リストグループG1～G3及びGkを図示するように階層化することができるのである。

【0081】而して本実施形態では、複雑な設備機器1をブロック化するとともに、ブロックに対応させた命令リストグループを階層化することにより、異常発生時に、原因追跡とその診断範囲を限定することができ、診断の効率化を一層図れるのである。

【実施形態7】上記実施形態1の設備診断装置3では、異常検知があると、ラダープログラムに沿って追跡を繰り返して行う等により行うのであるが、本実施形態では、図31に示すようにコンピュータからなる設備診断装置3の記憶手段7に診断ベースとして診断のための知識ベースとしてルールを実装したルールベース70及び原因追跡方法、不具合接点診断方法及びその特定方法に対応する原因追跡アルゴリズム71とをラダープログラム72と共に格納し、原因追跡・診断をルールベース70のルールと異常追跡アルゴリズム71に基づいて、ラダープログラム72及び接点情報とから行うようにしたものである。

【0082】図32は設備診断装置3の動作処理のフローチャートを示しており、キーボードからテスト条件のデータ入力を予め行い、設備制御中に異常が検知されるとルールベース70に基づいた原因追跡アルゴリズム71により原因追跡を行い、その追跡によって得られた診断結果を生成し、モニタからなる表示手段6により図33に示すようにビジュアル表示を行うようになっている。ここで、実施形態1で説明した複数の検知方法の1つ若しくは複数の選択設定しておくことにより、異常発生検知があった場合、選択設定してある検知方法によるトリガであれば原因追跡・診断を開始するようになっており、効率的な運用と効率的な原因追跡・診断の実行を可能としている。

【0083】ここで診断する際に用いるルールベース70には、次のようなルールを実装してある。つまりルールとしてIF～THENルールを用い、例えば図34に示すシリンダ100が定位置にあるときは、リードスイッチ101Aがオンし、シリンダ100が動作すると、リードスイッチ101Aがオフし、動作完了するとリードスイッチ101Bがオンする。

【0084】もしシリンダ100が正常に動作しなかった場合、リードスイッチ100Aがオフしたが、101Bがオンしないといった現象が見られる。

【0085】この現象に対応して、例えばIF X15=off THENというルールをシリンダ100のリードスイッチ101Bがオンしなかったという現象に対応させてルールベース70に格納しておくのである。

【0086】また例えばセンサがオンしなかったという現象に対応して、IF X10=off THEN というルールをルールベース70に格納しておけば、セン

サに対応する入力接点X10がオンしない不具合が生じたい場合、センサがオンしなかったと判断できる。

【0087】このようにして不具合の各現象に応じたルールをルールベース70に格納しておけば、該ルールベース70の格納ルールにより高度な診断が高速に行えることになる。

【0088】ところで上記のようなルールベース70に格納しているルールと、異常接点を検出した結果とに基づいて原因追跡手段5が診断結果を生成するのであるが、その診断結果が複数ある場合には優先順位を付けて表示する。

【0089】例えば3つのルールから、  
①センサがオンしていません。

【0090】②シリンダのリードスイッチがオンしていないか、シリンダが動作していません。

【0091】③別のシリンダのリードスイッチがオンしていないか、別のシリンダが動作していません。という診断結果が得られた場合、この3つの診断結果中、②のトラブルが多く発生している場合、②のメッセージを表示手段6により優先表示させたり、或いは異常原因の可能性の高いものはメッセージ表示のトップに表示させたりするのである。

【0092】このように診断結果が、優先順位を付けて表示されるため、作業者にとって判り易く、異常状態を復旧させるための対処が容易となる。

【0093】尚、リアルタイムで不具合の原因追跡する際に、論理的に推論することができるよう本実施形態では、上記実施形態1乃至6で説明した何れかの方法によりラダープログラムを命令リストに展開しておき、論理的に解析することができるようにしてある。命令リストの展開方法については、実施形態1乃至6の説明を参照して、ここでは省略する。

【0094】（実施形態8）実施形態7ではコンピュータにより構成される設備診断装置3を用いているが、シーケンサ2のCPUを用いて、原因追跡・診断を行うようにしたもので、シーケンサ2自体で設備診断装置3を兼用し、表示手段6をシーケンサ2に接続するとともに、原因追跡アルゴリズム71、ルールベース70、ラダープログラム72を格納する記憶手段7を付設してある。

【0095】尚シーケンサ2のCPUをマルチCPUとして、一方のCPUをシーケンス制御用に、他方の原因追跡・診断用として用い、両CPUに共用できるメモリ領域を設けて、同期をとるようにしても良い。

【0096】原因追跡及び診断方法は実施形態7に準ずるためここでは説明を省略する。

【0097】

【発明の効果】請求項1の発明は、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知

すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに前記記憶手段に記憶させるので、設備機器にトラブルが発生しても、トラブル（異常）の発生原因の追跡と診断を信頼性高く且つ速やかに行え、その結果設備機器のトラブル復旧が容易に行え、設備機器のトラブル復旧に要する時間の短縮でき、メンテナンス性の向上が図れるという効果がある。

【0098】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムの出力命令から追跡を開始し、更に内部リレーがある場合はその内部リレーコイルを追跡する処理を繰り返すので、請求項1の発明の効果に加えて診断の信頼性が向上するという効果がある。

【0099】請求項3の発明は、請求項2の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがオア分岐している場合、すべての連鎖動作を分岐させ追跡するので、請求項2の発明の効果に加えて、診断の信頼性が一層向上するという効果がある。

【0100】請求項4の発明は、請求項2の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、前記ラダープログラムがアンド接続してあって、不具合接点が複数あった場合、すべての連鎖動作を追跡するので、請求項2の発明の効果に加えて、診断の信頼性が一層向上するとともに、診断の精度を高めることができるという効果がある。

【0101】請求項5の発明は、請求項2の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、入力信号の立ち上がり命令を考慮して判定を行うので、請求項2の発明の効果に加えて、誤診断の回避と、信頼性の一層の向上が図れるという効果がある。

【0102】請求項6の発明は、請求項2の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡する過程において、不具合接点の判定にあたり、a接点のオフの論理と、b接点のオンの論理とを考慮して判定するので、請求項2の発明の効果に加えて、誤診断の回避と、信頼性の一層の向上が図れるという効果がある。

【0103】請求項7の発明は、請求項1の発明において、前記原因追跡手段で異常原因を追跡する際の範囲を

限定して該限定された範囲において、原因を追跡するので、請求項 1 の発明の効果に加えて、原因追跡の経路を簡素化することができ、その結果原因追跡・診断の効率化が図れるという効果がある。

【0104】請求項 8 の発明は、請求項 1 の発明において、前記原因追跡手段が、前記検知信号をトリガとして前記ラダープログラムと前記接点情報から原因の接点を追跡した後に前記表示手段で不具合接点を表示する過程において、全ての不具合接点の情報を外部出力するので、請求項 1 の発明の効果に加えて異常の原因が唯一

に限定できない場合でも正確な診断が可能となるという効果がある。

【0105】請求項 9 の発明は、請求項 8 の発明において、不具合接点と、その異常の原因とを診断する際に用いるルールを IF～THEN ルールとし、該ルールによりルールベースを構築するので、請求項 8 の発明の効果に加えて高度な診断が高速に行えるという効果がある。

【0106】請求項 10 の発明は、請求項 8 の発明において、不具合接点に対応する不良箇所をビジュアル化して前記表示手段で表示するので、請求項 8 の発明の効果に加えて、トラブル（異常）発生箇所が視覚化されて判りやすく、トラブル復旧が容易となるという効果がある。

【0107】請求項 11 の発明は、請求項 8 の発明において、検出した結果とルールベースに予め定めてある診断ルールとに基づいて診断結果を生成し、生成した診断結果が複数ある場合、優先順位を付けて出力するので、請求項 8 の発明の効果に加えて、診断結果が作業者に判り易く提示でき、その結果トラブル復旧が容易になるという効果がある。

【0108】請求項 12 の発明は、請求項 1 の発明において、前記設備機器がシリンダであって、シリンダ動作のオーバータイムをシリンダの動作終了時に動作する接点が動作しないことから判断する手段を検知手段として用いたので、請求項 1 の発明の効果に加えて、誤診断の回避が図れ、信頼性の向上が図れるという効果がある。

【0109】請求項 13 の発明は、請求項 1 の発明において、前記シーケンサの前記ラダープログラムと前記接点情報からリアルタイムで異常の原因を診断する際に、前記ラダープログラムを命令リストに展開するので、請求項 1 の発明の効果に加えて、論理的に推論することが可能となるという効果がある。

【0110】請求項 14 の発明は、請求項 13 の発明において、接点のオン状態若しくはオフ状態を 2 値の論理値に置き換え、前記ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加して成るので、請求項 13 の発明の効果に加えて、原因追跡・診断が容易となるという効果がある。

【0111】請求項 15 の発明は、請求項 13 の発明に

において、接点のオン状態若しくはオフ状態を 2 値の論理値に置き換え、ラダープログラムを命令リストに展開したときに、該命令リストに接点の状態に対応して前記論理値を付加し、該付加した状態で、ラダープログラムを実行順序とは逆の実行順序の命令リストに展開するので、請求項 13 の効果に加えて、ラダープログラムを論理的に扱え、アルゴリズムの構築が容易となる。

【0112】請求項 16 の発明は、請求項 15 の発明において、前記逆の実行順序の命令リストとして、出力命令から論理演算開始命令までを一つの単位として、単位毎の命令リストを展開するので、請求項 15 の効果に加えて、アルゴリズムの構築が一層容易となる効果がある。

【0113】請求項 17 の発明は、請求項 16 の発明において、前記の一つの単位を設備機器のブロック毎にグループ化して、原因追跡の原因の単位を限定したので、請求項 16 の効果に加えて、効率的に推論することができるという効果がある。

【0114】請求項 18 の発明は、請求項 17 の発明において、前記グループを階層構造としたので、複雑の設備機器の診断範囲を限定でき、その結果診断の効率化が図れるという効果がある。

【0115】請求項 19 の発明は、請求項 1 の発明において、前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が出力されなかったことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えるので、請求項 1 の発明の効果に加えて、リアルタイムに自動診断を行うことが可能となる。

【0116】請求項 20 の発明は、請求項 1 の発明において、前記検知手段は、設備機器が異常停止したことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えるので、請求項 1 の発明の効果に加えて、リアルタイムに自動診断を行うことが可能となる。

【0117】請求項 21 の発明は、請求項 1 の発明において、前記検知手段は、入出力信号をリアルタイムで監視して、特定の出力信号が予め定めた基準パターンからずれたことを検知したときに検知信号をトリガ信号として原因追跡手段に与えるので、請求項 1 の発明の効果に加えて、リアルタイムに自動診断を行うことが可能となる。

【0118】請求項 22 の発明は、請求項 1 の発明において、原因追跡の実行前にリアルタイムに診断する対象の設備機器のブロックや診断内容をテスト条件として設定するので、請求項 1 の発明の効果に加えて、設備診断装置の効率的運用や、効率的な原因追跡・診断の実行が可能であるという効果がある。

【0119】請求項 23 の発明は、請求項 1 の発明において、設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対し対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を 1 つ若しくは複数選択して設定するので、請求

項 1 の発明の効果に加えて、設備診断装置の効率的運用や、効率的な原因追跡・診断の実行が可能であるという効果がある。

【0120】請求項 24 の発明は、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中に異常が発生したときこれを検知する検知手段と、該検知手段の検知信号をトリガとして異常の原因をラダープログラムと接点情報とにより追跡する原因追跡手段と、該原因追跡手段で追跡診断された異常の発生原因及びラダープログラムを記憶する記憶手段と、異常の発生原因を表示する表示手段とから成るので、設備機器にトラブルが発生しても、トラブル（異常）の発生原因の追跡と診断を速やかに行え、その結果設備機器のトラブル復旧が容易に行え、設備機器のトラブル復旧に要する時間の短縮でき、結果メンテナンス性の向上が図れる設備診断装置を提供できるという効果がある。

【0121】請求項 25 の発明は、請求項 24 の発明において、ラダープログラム推論のための不具合接点診断方法、不具合接点特性方法及び原因追跡方法のアルゴリズムと、診断のためのルールからなる知識ベースとを実装し、前記原因追跡手段は、前記検知手段の検知信号をトリガとして前記知識ベースのルールと、前記アルゴリズムとに基づいて、ラダープログラムと接点情報とにより原因追跡と診断を行うので、請求項 24 の発明の効果に加えて、高度な原因追跡・診断が行える設備診断装置を提供できる。

【0122】請求項 26 の発明は、請求項 25 の発明において、前記アルゴリズム及び知識ベースをシーケンサに実装するとともに、シーケンサの演算処理手段により、前記原因追跡手段、検知手段を構成して成るので、請求項 25 の発明の効果に加えて、装置のコストを安価にできるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 の設備診断装置を含むシステムのブロック図である。

【図 2】同上の設備診断装置を含むシステムの概略構成図である。

【図 3】同上の設備診断装置の動作説明用のフローチャートである。

【図 4】同上の設備診断装置におけるラダープログラムの命令リスト展開説明図である。

【図 5】同上の設備診断装置における原因追跡方法の一例の説明図である。

【図 6】同上の設備機器のブロック毎のラダープログラム例を示すラダー図である。

【図 7】同上の設備診断装置における正常時の出力信号例のタイムチャートである。

【図 8】同上の設備診断装置における異常発生時の出力信号例のタイムチャートである。

【図 9】同上の設備診断装置における正常時の出力信号

例のタイムチャートである。

【図 10】同上の診断装置における異常発生時の出力信号例のタイムチャートである。

【図 11】同上の設備機器であるシリンダの構成例図である。

【図 12】同上の図 11 におけるシリンダの制御のラダープログラムの接点情報を付加したラダー図である。

【図 13】同上の図 12 におけるシリンダの制御の動作説明用タイムチャートである。

【図 14】同上の設備診断装置における原因追跡方法の別の例の説明図である。

【図 15】同上の設備診断装置における原因追跡方法の他の例の説明図である。

【図 16】同上の設備診断装置における原因追跡方法のまた別の例の説明図である。

【図 17】同上の設備診断装置における原因追跡における a 接点、b 接点の論理性の説明図である。

【図 18】同上の診断対象となるラダープログラム例に対応するラダー図である。

【図 19】同上のラダープログラムにおける各接点の動作説明用タイムチャートである。

【図 20】同上の診断対象となるラダープログラム例に対応するラダー図である。

【図 21】同上の図 20 におけるラダープログラム例の診断結果の出力例の説明図である。

【図 22】同上の原因追跡・診断結果の表示例の説明図である。

【図 23】本発明の実施形態 2 におけるラダープログラムの命令リスト展開の説明用のラダープログラム例のラダー図である。

【図 24】通常の命令リストの展開例図である。

【図 25】本発明の実施形態 2 におけるラダープログラムの命令リスト展開例図である。

【図 26】本発明の実施形態 3 のラダープログラムの命令リスト展開説明図である。

【図 27】本発明の実施形態 4 の命令リスト展開説明用の命令リストの展開比較例図である。

【図 28】同上の命令リストの展開例図である。

【図 29】本発明の実施形態 5 の命令リストと設備機器のブロックとの関連説明図である。

【図 30】本発明の実施形態 6 の命令リストのグループと設備機器のブロックとの関連説明図である。

【図 31】本発明の実施形態 7 の設備診断装置を用いたシステム構成図である。

【図 32】同上の動作説明用フローチャートである。

【図 33】同上の表示手段での表示例図である。

【図 34】同上に用いるルールベースに格納するルールの説明図である。

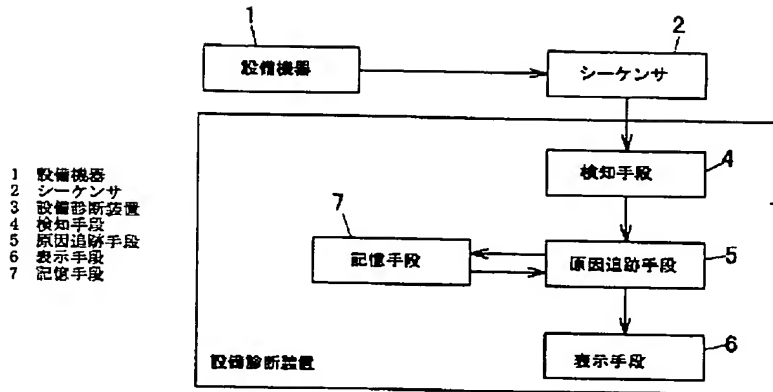
【図 35】本発明の実施形態 8 の設備診断装置を用いたシステム構成図である。

## 【符号の説明】

- 1 設備機器  
2 シーケンサ  
3 設備診断装置

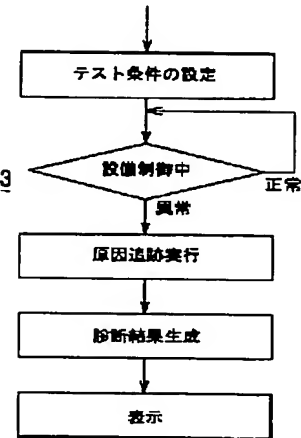
- 4 検知手段  
5 原因追跡手段  
6 表示手段  
7 記憶手段

【図 1】

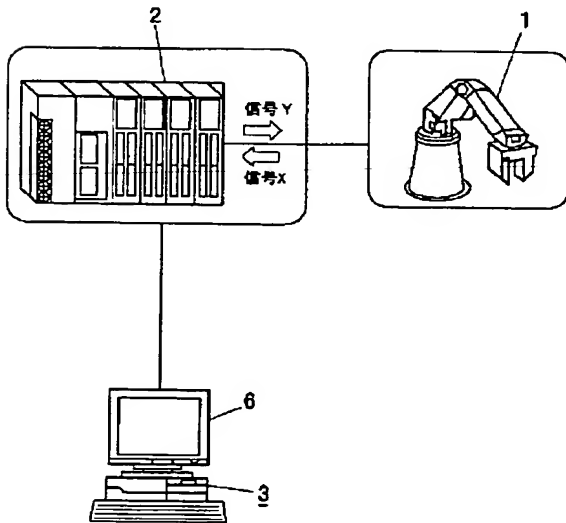


- 1 設備機器  
2 シーケンサ  
3 設備診断装置  
4 検知手段  
5 原因追跡手段  
6 表示手段  
7 記憶手段

【図 3】



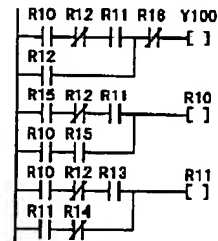
【図 2】



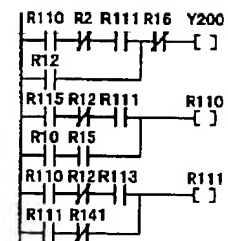
【図 4】

【図 6】

(a)

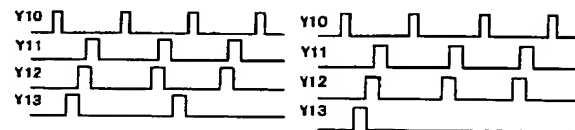


(b)



【図 7】

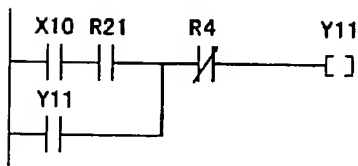
【図 8】



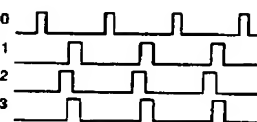
(a)

(b)

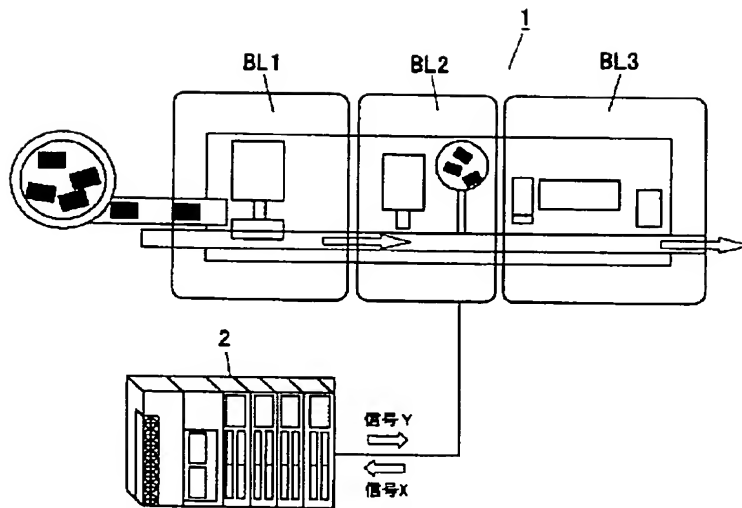
【図 9】



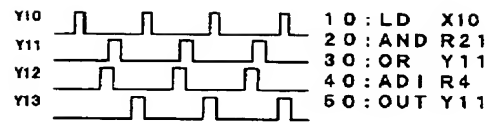
10: LD X10  
20: AND R2 1Y10  
30: OR Y1 1Y11  
40: ADI R4 Y12  
50: OUT Y1 1Y13



【図 5】



【図 10】



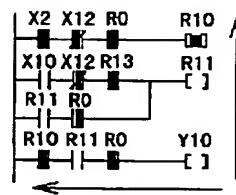
【図 24】

```

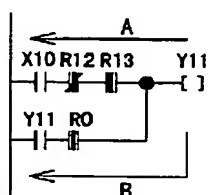
10: LD X10
20: AND R21
30: OR Y11
40: ADI R4
50: OUT Y11

```

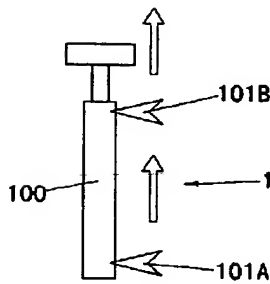
【図 14】



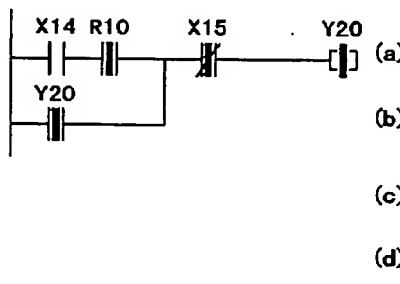
【図 15】



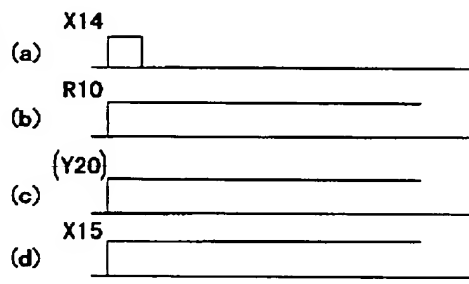
【図 11】



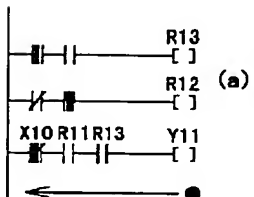
【図 12】



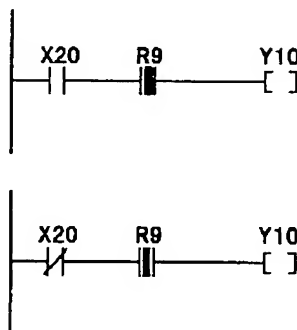
【図 13】



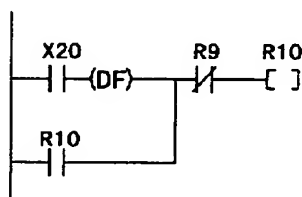
【図 16】



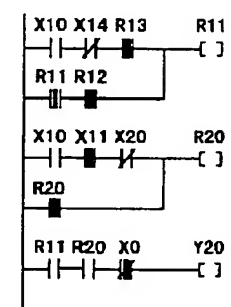
【図 17】



【図 18】



【図 20】



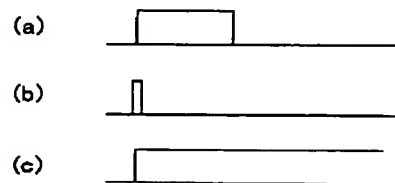
【図 25】

```

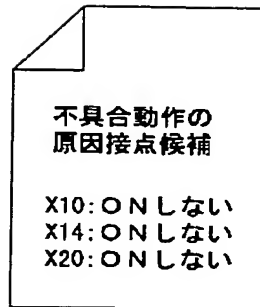
10: LD X10 0
20: AND R21 1
30: OR Y11 0
40: ADI R4 1
50: OUT Y11 0

```

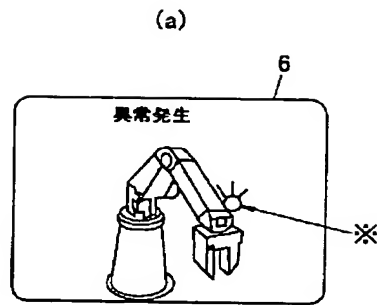
【図 19】



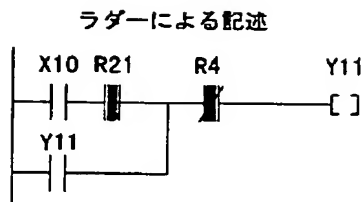
【図 21】



【図 22】



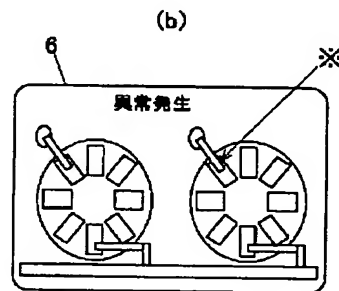
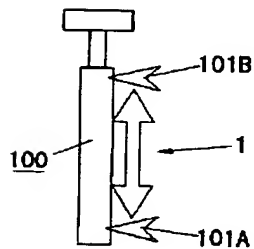
【図 23】



【図 27】

【図 33】

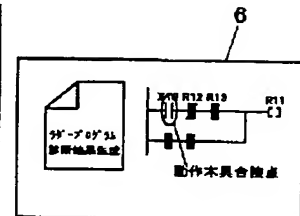
【図 34】



```

10:OUT Y11 0
20:ADI R4 1
30:OR Y11 0
40:AND R21 1
50:LD X10 0
60:OUT Y15 1
70:ADI R6 1
80:OR Y15 1
90:AND R25 1
100:LD R17 1
110:OUT Y12 1
120:ADI X8 1
130:OR Y21 1
140:AND R25 1
150:LD X18 1

```



【図 26】

(a)

```

10:LD X10 0
20:AND R21 1
30:OR Y11 0
40:ADI R4 1
50:OUT Y11 0

```

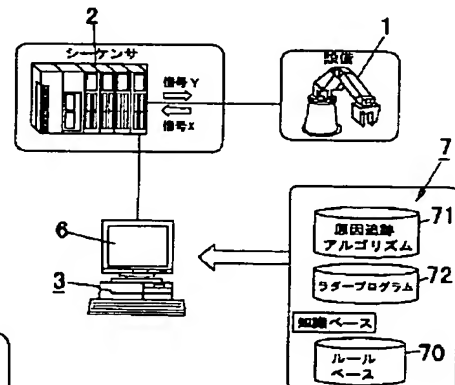
(b)

```

10:OUT Y11 0
20:ADI R4 1
30:OR Y11 0
40:AND R21 1
50:LD X10 0

```

【図 31】



【図 28】

(a)

命令リストL1

```

10:OUT Y11 0
20:ADI R4 1
30:OR Y11 0
40:AND R21 1
50:LD X10 0

```

(b)

命令リストL2

```

10:OUT Y15 1
20:ADI R8 1
30:OR Y15 1
40:AND R25 1
50:LD R17 1

```

(c)

命令リストL3

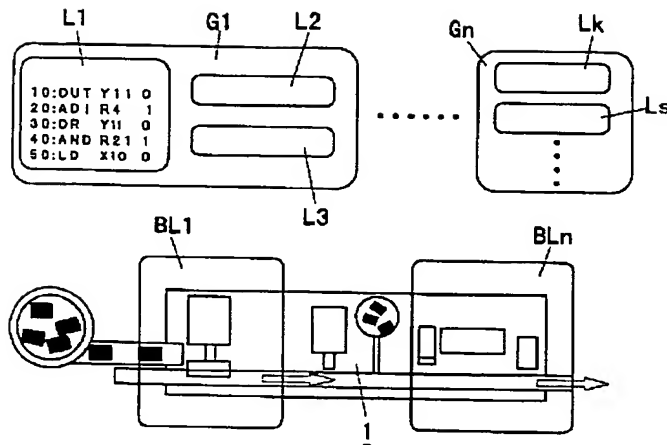
```

10:OUT Y12 1
20:ADI X8 1
30:OR Y21 1
40:AND R25 1
50:LD X18 1

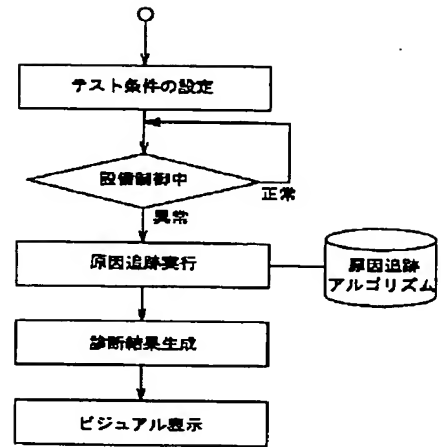
```



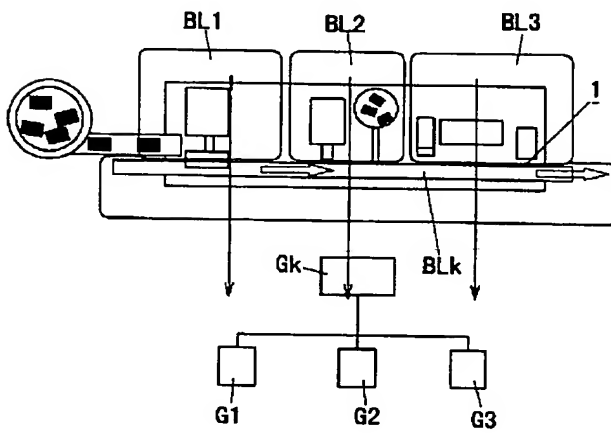
【図 29】



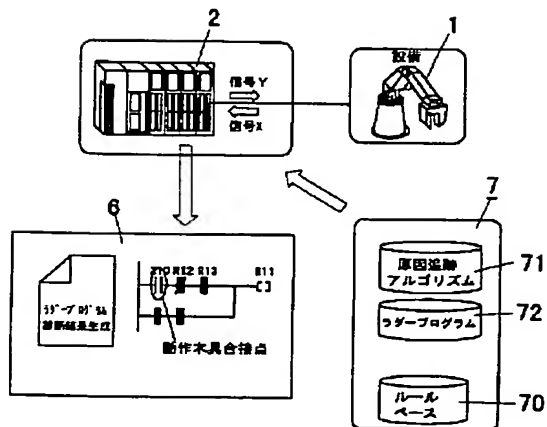
【図 32】



【図 30】



【図 35】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H220 BB09 CC03 CC05 DD04 JJ12  
JJ28 JJ34 JJ42 KK08 LL07  
5H223 CC03 CC08 DD03 EE05 EE19  
FF06

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第3区分

【発行日】平成15年7月4日（2003. 7. 4）

【公開番号】特開2001-67122（P2001-67122A）

【公開日】平成13年3月16日（2001. 3. 16）

【年通号数】公開特許公報13-672

【出願番号】特願平11-239053

【国際特許分類第7版】

G05B 23/02 302

301

19/05

【F I】

G05B 23/02 302 Y

302 M

301 V

19/05 B

【手続補正書】

【提出日】平成15年3月24日（2003. 3. 24）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに記憶手段に記憶させることを特徴とするラダープログラム診断方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項23

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項23】設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を1つ若しくは複数選択して設定することを特徴とする請求項1記載のラダープログラム診断方法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明では、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに記憶手段に記憶させることを特徴とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】請求項23の発明では、請求項1の発明において、設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を1つ若しくは複数選択して設定することを特徴とする。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】まず原因追跡開始のトリガとなる設備機器1の異常検知の方法としては、次のような方法（1）～（4）を採用している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】方法 (1)

この方法はシーケンサ2において、入力信号X、出力信号Yをリアルタイムで監視し、ある特定の出力信号Yが出力されなかった場合、該出力信号Yが無かったことで異常発生と検知して検知信号を原因追跡手段5へ送るのである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】方法 (2)

この方法はシーケンサ2において、設備機器1が異常停止して異常停止モードに入ったことを示す入力信号Xが入力された場合異常発生と検知して、検知信号を検知手段4を通じて原因追跡手段5へ送り、原因追跡手段5はこの検知をトリガとして原因追跡・診断を開始する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】方法 (3)

この方法は、方法 (1)と同様に入力信号X、出力信号Yをリアルタイムで監視して、特定の出力信号Yが出力されなかった場合を異常としたが、本方法では図9に示すようなタイミングで出力信号Y10～Y13が出力されている正常時に対して、例えば出力信号Y11を基準信号とした場合、例えば図10に示すように出力信号Y13がずれると、診断が必要な場合と判断されて異常の検知信号が原因追跡手段5へ送るのである。この出力信号Yがずれる場合、設備機器1は正常に運転しているが、診断を必要とする場合が多いので、上記のように異常発生として検知するのである。本方法の場合、タイムチャートから基準信号に対する出力信号Yのずれを検知するツールはシーケンサ2のユニットとして存在する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】方法 (4)

上記方法 (1)～(3)以外に、設備機器1がシリンダの場合には次のような方法でシリンダの異常を検知する。つまり図11に示すようなシリンダ100 (〔Y20〕はその出力信号を示す)と、シリンダの動作に連動するリードスイッチ101A、101Bとからなる設備機器1において、図12のラダー図で示されるようなラ

ダープログラムが構成されている場合において、シリンダ100の移動開始時にはまず図13 (a)に示すようにオン状態にあるリードスイッチ101Aのa接点X14、図13 (b)に示すようにオン状態にある内部リレーの内部接点R10、非駆動状態のリードスイッチ101Bで図13 (d)に示すようにオン状態にあるb接点X15を通じて出力信号〔Y20〕が図13 (c)に示すように得られる。ついでシリンダ100の移動によりリードスイッチ101Aが非駆動になってそのa接点X14がオフとなるが、出力信号〔Y20〕は自己保持接点Y20によりオンを維持する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】以上のようにシリンダにかかる異常検知方法 (4)及び、(1)～(3)の方法は適宜組み合わせで備え、夫々の方法により異常を検知する。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】さて上記の方法 (1)～(4)による異常発生検知のトリガがあると、原因追跡手段5が原因追跡のプログラム (アルゴリズム)に基づいて原因の追跡を行うことになる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正内容】

【0089】例えば3つのルールから、

(1) センサがオンしていません。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正内容】

【0090】(2) シリンダのリードスイッチがオンしていないか、シリンダが動作していません。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正内容】

【0091】(3) 別のシリンダのリードスイッチがオンしていないか、別のシリンダが動作していません。という診断結果が得られた場合、この3つの診断結果中、

(2)のトラブルが多く発生している場合、(2)のメッセージを表示手段6により優先表示させたり、或いは異常原因の可能性の高いものはメッセージ表示のトップに表示させたりするのである。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正内容】

【0097】

【発明の効果】請求項1の発明は、シーケンサによるシーケンス制御で動作する設備機器を対象とし、該設備機器が運転中にある異常が発生したことを検知手段が検知すると、該検知手段から出力される検知信号をトリガとして異常の原因を、シーケンサのラダープログラムと接点情報とに基づいて原因追跡手段で追跡・診断し、該診断結果として異常の発生原因を表示手段で表示させるとともに記憶手段に記憶させるので、設備機器にトラブル

が発生しても、トラブル（異常）の発生原因の追跡と診断を信頼性高く且つ速やかに行え、その結果設備機器のトラブル復旧が容易に行え、設備機器のトラブル復旧に要する時間の短縮でき、メンテナンス性の向上が図れるという効果がある。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0119

【補正方法】変更

【補正内容】

【0119】請求項23の発明は、請求項1の発明において、設備機器の制御中に異常が検知されたときに、原因追跡手段に対してトリガをかけ診断を実行する際の内容を1つ若しくは複数選択して設定するので、請求項1の発明の効果に加えて、設備診断装置の効率的運用や、効率的な原因追跡・診断の実行が可能であるという効果がある。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**